

不同林分更新模式对林分水源涵养能力的影响

田晓凤 (福建省尤溪县西城林业站,福建尤溪 365100)

摘要 通过野外调查和试验测定,分析了杉木×火力楠混交林、杉木×米老排混交林及杉木纯林林冠层、林下植被层、凋落物层和土壤层的水源涵养能力的差异。研究结果表明:(1)林冠层最大持水量杉木×火力楠混交林最大持水量>杉木纯林最大持水量>杉木×米老排混交林最大持水量;(2)杉木×火力楠混交林草本层生物量、自然持水量及最大持水量均大于灌木层;(3)凋落物层最大持水量表现为杉木×米老排混交林最大持水量>杉木×火力楠混交林最大持水量>杉木纯林最大持水量;(4)0~60 cm 土壤总贮水量从大到小表现为杉木×火力楠混交林、杉木×米老排混交林、杉木纯林。综合水源涵养能力大小依次为杉木×火力楠混交林、杉木×米老排混交林、杉木纯林。

关键词 杉木纯林;杉木×火力楠混交林;杉木×米老排混交林;水源涵养

中图分类号 S714 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)15-370-03

Effect of Different Forest Regeneration Modes on Forest Water Conservation Capacity

TIAN Xiao-feng (Forestry Station of Xicheng, Youxi, Fujian 365100)

Abstract Through field investigation and experimental determination, the differences of canopy layer, shrub layer, herb layer, litter layer and soil layer water conservation capacity of *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* mixed forest, *C. lanceolata* and *Mytilaria laosensis* mixed forest and Chinese fir pure forest were studied in this paper. The results showed that: (1) the maximum water conservation capacity of forest canopy were showed *C. lanceolata* and *M. macclurei* mixed forest > Chinese fir pure forest > *C. lanceolata* and *M. laosensis* mixed forest; (2) biomass, natural water conservation capacity and the maximum water conservation capacity of *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* mixed forest in herb layer were higher than shrub layer; (3) maximum water holding capacity of the litter layer were showed *C. lanceolata* and *M. laosensis* mixed forest > *C. lanceolata* and *M. macclurei* mixed forest > Chinese fir pure forest; (4) 0–60 cm soil layer reservoir capacity were showed *C. lanceolata* and *M. macclurei* mixed forest > *C. lanceolata* and *M. laosensis* mixed forest > Chinese fir pure forest; In conclusion, water conservation capacity of different type forests were showed *C. lanceolata* and *M. macclurei* mixed forest > *C. lanceolata* and *M. laosensis* mixed forest > Chinese fir pure forest.

Key words Chinese fir pure forest; *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* mixed forest; *Cunninghamia lanceolata* and *Mytilaria laosensis* mixed forest; Water conservation

森林是地球陆地较为重要的生态系统,其生态服务功能对于缓解全球气候变暖以及改善全球生态环境均具有重要的意义。不同的林分类型,由于树种生物学特性和林分结构不同,林分的乔木层物种、林下植被层物种、凋落物的组成以及林下土壤容重和孔隙度等物理性质均存在较大差异,从而造成不同林分类型土壤层水源涵养能力也存在较大差异^[1-3]。杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook]是我国南方最重要的用材树种,栽培面积广布南方 16 省(区)。提高杉木人工林水源涵养能力,这对改善我国南方生态环境有着重要的作用。鉴于此,该文以杉木×火力楠(*Michelia macclurei*)混交林、杉木×米老排(*Mytilaria laosensis*)混交林以及杉木纯林(对照)等 3 种林分类型为研究对象,分析比较不同林分更新模式对林分林冠层、林下植被层、凋落物层以及土壤层的水源涵养能力的差异,并进行综合评价,从而为提高杉木人工林的水源涵养能力,改善人居环境提供理论参考依据。

1 试验地概况

试验地位于福建尤溪西城镇玉池村,118°07′14″ E,26°10′33″ N,地处戴云山脉北段西部,紧邻 304 省道,属中亚热带季风性湿润气候;年平均气温为 17~19℃,最高气温达 39.4℃,最低气温为-3.8℃;年平均降雨量为 1 593.6 mm,年相对湿度为 84%,年蒸发量为 132.6 mm;无霜期 299~333 d。试验地海拔 250 m,坡度 32°,土壤为山地红壤。杉木×火力楠混交林、杉木×米老排混交林及杉木纯林为互相毗邻的林分。造林地前身为杉木人工林。2001 年杉木林砍伐后,设置 3 种林分更新模式,第 1 种更新模式为杉木萌芽天然更新,第 2 种更新模式为杉木萌芽天然更新并间种火力楠,第 3 种更新模式为杉木萌芽天然更新并间种米老排,每种林分类型共 1.33 hm²。火力楠和米老排种植密度为 900 株/hm²,种苗为 1 年生实生苗。造林当年全锄抚育,造林第 2 年及第 3 年全面劈草。林分生长情况见表 1。

表 1 调查地林分生长基本概况

林分类型	坡向	树种	经营密度//株/hm ²	胸径//cm	树高//m	枝下高//m	蓄积量//m ³ /hm ²
杉木×火力楠混交林	西南	杉木	2 123	13.08	9.25	7.21	144.80
		火力楠	796	13.49	10.61	3.98	64.50
杉木×米老排混交林	西南	杉木	1 150	9.81	9.28	6.96	47.09
		米老排	725	15.09	13.19	7.73	89.81
杉木纯林	东南	杉木	2 919	9.66	7.91	6.24	100.20

作者简介 田晓凤(1973-),女,福建尤溪人,工程师,从事森林资源管理等工作。

收稿日期 2015-04-15

2 研究方法

2.1 样地设置及调查 调查时间为 2014 年 8 月。在不同林

分类型下坡位分别设置 3 个 20 m×20 m 的样地。每个样地内进行每木调查,分别调查杉木、火力楠和米老排的胸径、树高及枝下高,并计算选择出各样地乔木层平均木。在每块样地内分别设置 4 个 2 m×2 m 小样方和 8 个 1 m×1 m 小样方。在 2 m×2 m 小样方内收集灌木层植物样品,1 m×1 m 小样方内收集草本层植物样品及凋落物层样品。将平均木砍下后分别称量其叶、枝及干等不同器官生物量以及每一样方内林下植被层及凋落物层样品鲜重后,分别取部分样品带回室内测定持水量及干重。土壤取样按“S”型布点 3 个,用容重圈分别取 0~20、20~40、40~60 cm 厚土层土壤样品,带回实验室测定土壤物理性质及持水量。

2.2 水源涵养功能测定 平均木的枝叶鲜生物量采用 Mon-si 分层切割法测定,林冠层、林下植被层及凋落物层样品采用烘干法测定其生物量^[4];用浸水法测定林冠层、林下植被层及凋落物层样品最大持水量^[5];用环刀法测定土壤容重、非毛管孔隙度、毛管孔隙度、总孔隙度、土壤贮水能力等^[6]。

2.3 数据分析 试验数据采用 Microsoft excel 2003 和 SPSS17.0 进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 不同林分类型地上部分水源涵养能力对比

3.1.1 不同林分类型林冠层水源涵养能力对比。森林降雨首先要经过林冠层,林冠层对减轻雨水对于土壤的冲刷有着重要意义^[7]。林冠层对雨水的截留能力与林分和树种类型

有密切的关系。由表 2 可知,就生物量而言,杉木×火力楠混交林最高,其次为杉木×米老排混交林,杉木纯林生物量最低。杉木×火力楠混交林生物量及杉木×米老排混交林与杉木纯林相比分别提高了 246.09%和73.43%。自然持水量表现为杉木×火力楠混交林最高,其次为杉木×米老排混交林,杉木纯林最低。杉木×火力楠混交林及杉木×米老排混交林自然持水量与杉木纯林相比分别提高了 178.80%和 17.77%。最大持水量表现为杉木×火力楠混交林最高,其次为杉木纯林,而杉木×米老排混交林最低。杉木×火力楠混交林及杉木纯林最大持水量与杉木×米老排混交林相比分别提高了 204.94%和 5.86%。方差分析结果表明,杉木×火力楠混交林生物量、自然持水量及最大持水量与杉木纯林相比差异均达到极显著水平;杉木×米老排混交林生物量与杉木纯林相比差异达到显著水平。

3.1.2 不同林分类型林下植被层水源涵养能力比较。不同林分类型,由于林分环境存在较大差异,林下植被层物种组成以及各物种持水性能存在较大差异。此次调查的林分,由于林分郁闭度较高,林内光照条件不足,杉木×米老排混交林及杉木纯林林下没有灌木层和草本层物种。就杉木×火力楠混交林而言,草本层生物量、自然持水量及最大持水量均大于灌木层;杉木×火力楠混交林草本层自然持水量和最大持水量与灌木层相比分别提高了 60.5%和 102.48%(表 3)。

3.1.3 不同林分类型凋落物层水源涵养能力比较。不同林

表 2 不同林分类型林冠层生物量、自然持水量和最大持水量

森林层次	林分类型	生物量//t/hm ²	自然持水率//%	自然持水量//t/hm ²	最大持水率//%	最大持水量//t/hm ²
林冠层	杉木×火力楠	49.63**	129.32	64.18**	213.94	106.18**
	杉木×米老排	24.87*	109.01	27.11	140.01	34.82
	杉木纯林	14.34	160.53	23.02	257.03	36.86

注:同列数据后*、**分别表示差异达显著(P<0.05)、极显著(P<0.01)水平。下同。

表 3 不同林分类型林下植被层生物量、自然持水量和最大持水量

森林层次	林分类型	生物量//t/hm ²	自然持水率//%	自然持水量//t/hm ²	最大持水率//%	最大持水量//t/hm ²
灌木层	杉木×火力楠	3.65	164.38	6.00	226.71	1.61
	杉木×米老排	-	-	-	-	-
	杉木纯林	-	-	-	-	-
草本层	杉木×火力楠	3.85	250.00	9.63	118.10	3.26
	杉木×米老排	-	-	-	-	-
	杉木纯林	-	-	-	-	-

分类型,由于乔木层物种、林下植被层物种组成差异较大,凋落物层组成及其持水特征差异也较大。此外,由于林分环境条件不同,林分土壤层微生物组成不同,导致不同林分类型凋落物层的分解速率也存在差异,进而影响了凋落物的现存量存在差异^[8-10]。由表 4 可知,就凋落物层生物量而言,杉木×米老排混交林最高,其次为杉木×火力楠混交林,杉木纯林最低。其中杉木×米老排混交林及杉木×火力楠混交林凋落物层生物量与杉木纯林相比分别提高了 127.34%及 41.37%。就凋落物层自然持水量而言,杉木×火力楠混交林最高,其次为杉木纯林,杉木×米老排混交林最低。其中杉木×火力楠混交林与杉木纯林凋落物层自然持水量与杉

木×米老排混交林相比分别提高了 102.09%及 27.92%。就凋落物层最大持水量而言,杉木×米老排混交林与杉木×火力楠混交林与杉木纯林相比分别提高了 122.74%及 77.90%。方差分析结果表明,杉木×米老排混交林凋落物层生物量、杉木×米老排及杉木×火力楠混交林凋落物层自然持水率、杉木×火力楠混交林凋落物层自然持水量及杉木×米老排混交林凋落物层最大持水量分别与杉木纯林相比差异均达极显著水平,杉木×米老排混交林凋落物层自然持水量、杉木×火力楠混交林凋落物层最大持水量分别与杉木纯林相比差异均达显著水平。

3.2 不同林分类型土壤水源涵养能力比较 森林生态系统

表 4 不同林分类型凋落物层生物量、自然持水量和最大持水量

森林层次	林分类型	生物量//t/hm ²	自然持水率//%	自然持水量//t/hm ²	最大持水率//%	最大持水量//t/hm ²
凋落物层	杉木×火力楠	16.13	71.79**	11.58**	223.53	36.06*
	杉木×米老排	25.94**	22.09**	5.73*	174.04*	45.15**
	杉木纯林	11.41	64.26	7.33	177.61	20.27

中,土壤层的持水能力是反映森林水源涵养能力的重要指标之一^[11-12]。不同的林分类型,由于林分生态环境存在差异,因此导致了不同林分的土壤物理性质存在明显的差异。由表 5 可知,就同一土层深度不同林分类型土壤物理性质而言,0~20 cm 土层土壤容重及总孔隙度从大到小依次表现为杉木×米老排混交林、杉木×火力楠混交林、杉木纯林,土壤非毛管孔隙度表现为杉木×米老排混交林非毛管孔隙度>杉木纯林非毛管孔隙度>杉木×火力楠混交林非毛管孔隙度,毛管孔隙度表现为杉木×火力楠混交林毛管孔隙度>杉木×米老排混交林毛管孔隙度>杉木纯林毛管孔隙度。其中杉木×米老排混交林和杉木×火力楠混交林土壤容重与杉木纯林相比分别提高了 15.65% 和 12.24%,杉木×火力楠混交林和杉木×米老排混交林毛管孔隙度与杉木纯林相比分别提高了 22.70% 和 7.26%,杉木×米老排混交林和杉木×火力楠混交林土壤总孔隙度与杉木纯林相比则分别提高了 8.96% 和 6.43%。20~40 cm 土层,杉木纯林土壤容重>杉木×米老排混交林土壤容重>杉木×火力楠混交林土壤容重,杉木×米老排混交林土壤非毛管孔隙度>杉木纯林土

壤非毛管孔隙度>杉木×火力楠混交林土壤非毛管孔隙度,杉木×火力楠混交林土壤毛管孔隙度>杉木×米老排混交林土壤毛管孔隙度>杉木纯林土壤毛管孔隙度,杉木×米老排混交林土壤总孔隙度>杉木×火力楠混交林土壤总孔隙度>杉木纯林土壤总孔隙度。40~60 cm 土层,杉木×米老排混交林土壤容重>杉木纯林土壤容重>杉木×火力楠混交林土壤容重,杉木纯林土壤非毛管孔隙度>杉木×火力楠混交林土壤非毛管孔隙度>杉木×米老排混交林土壤非毛管孔隙度,毛管孔隙度、总孔隙度从大到小依次均表现为杉木×火力楠混交林、杉木×米老排混交林、杉木纯林。

不同林分类型不同土层深度土壤排水能力差异较大,其中 0~20 cm 土层表现为杉木×米老排混交林排水能力>杉木纯林排水能力>杉木×火力楠混交林排水能力,20~40 cm 土层表现为杉木×米老排混交林排水能力>杉木×火力楠混交林排水能力>杉木纯林排水能力,40~60 cm 土层表现为杉木×火力楠混交林排水能力>杉木纯林排水能力>杉木×米老排混交林排水能力。0~60 cm 土壤总贮水量也同为杉木混交林大于杉木纯林,且杉木×火力楠和杉木×米老

表 5 不同林分类型土壤水分物理性质、土壤贮水量和排水能力

林分类型	土壤层次 cm	土壤容重 g/cm ³	非毛管孔 隙度//%	毛管孔隙度 %	非毛管孔隙/ 毛管孔隙//%	总孔隙度 %	排水能力 mm	土壤贮水量 t/hm ²	0~60 cm 土壤总 贮水量//t/hm ²
杉木×火力楠	0~20	1.65	9.60	39.57	0.24	49.17	237.00	580.05	1 584.88
	20~40	1.53	11.10	36.95	0.30		241.50	468.27	
	40~60	1.55	10.45	39.34	0.27	49.79	245.10	536.56	
杉木×米老排	0~20	1.70	15.75	34.59	0.46	50.34	261.30	407.49	1 229.52
	20~40	1.54	17.95	31.81	0.56	49.76	264.30	342.30	
	40~60	1.74	8.10	34.80	0.23	42.90	209.40	479.73	
杉木纯林	0~20	1.47	13.95	32.25	0.43	46.20	248.70	285.29	787.04
	20~40	1.55	12.50	30.70	0.41	43.20	230.10	291.15	
	40~60	1.58	12.15	29.56	0.41	41.71	229.20	210.60	

排混交林与杉木纯林相比分别提高了 101.37% 和 56.22%。
3.3 不同林分类型综合水源涵养能力对比 林分综合水源涵养能力是由林分地上部分生物最大持水量和 0~60 cm 土壤总贮水量之和组成。由表 6 可知,无论是地上部分生物最大持水量,还是 0~60 cm 土壤总贮水量从大到小次序都是杉木×火力楠混交林、杉木×米老排混交林、杉木纯林,并且杉木×火力楠混交林和杉木×米老排混交林的地上部分生物量最大持水量相对于杉木纯林,分别提高了 157.50%、39.98%;就 0~60 cm 土壤总贮水量而言,杉木×火力楠混交林和杉木×米老排混交林相对于杉木纯林,分别提高了 101.37%、56.22%。杉木×火力楠混交林总持水量>杉木×米老排混交林总持水量>杉木纯林总持水量。杉木×火力楠和杉木×米老排这 2 种混交林与杉木纯林相比,总持水量分别提高了 105.17%、55.12%。方差分析结果表明,杉木×火力楠混交林地上部分生物最大持水量、0~60 cm 土壤总贮

水量、总持水量与杉木纯林相比均达到了极显著水平,杉木×米老排混交林地上部分生物最大持水量、0~60 cm 土壤总贮水量、总持水量与杉木纯林相比均达到了显著水平。

表 6 不同林分类型综合水源涵养能力

林分类型	地上部分生物最 大持水量//t/hm ²	0~60 cm 土壤总 贮水量//t/hm ²	总持水量 t/hm ²
杉木×火力楠	147.11**	1 584.88**	1 731.99**
杉木×米老排	79.97*	1 229.52*	1 309.49*
杉木纯林	57.13	787.04	844.17

注:林分总持水量=地上部分最大持水量+0~60 cm 土壤层贮水量;
同列数据后*、**者分别表示差异达显著(P<0.05)、极显著水平(P<0.01)。

4 结语

森林生态系统水源涵养能力分别由林冠层、林下植被
(下转第 374 页)

准确掌握食品化学相关知识和信息,并用掌握的理论知识去分析和解决在生活中遇到的与食品相关的问题,从而进一步促进学生对理论知识的掌握。

3 重视相关实验,积极开展实习

自然科学的学习离不开实验探究,实验也是培养和提高学生动手能力最为重要的手段,实验的设计、实验的执行、相关问题的思考、原材料的物理化学性质、相关仪器的使用以及实验结果的分析 and 解释的全过程,正是复习理论知识、培养学生能力的过程。食品化学课堂上有很多和实验相关的内容,在授课教师的指导下,积极开展实验教学,可以培养和提高学生的思考和动手能力^[4]。作为授课教师,一方面要鼓励学生积极参与有关食品化学的实验以及一些课题研究;另一方面,要积极为学生参加实验提供便利的条件,包括实验仪器、材料和测试等。任何课程的学习都是为了促进学生更好掌握相关专业知识,为社会输出具有良好素质的专业技术人才。为使学生更好地贴近实际生产和了解食品相关行业的信息,应积极为学生联系食品专业实习,将学生带到生产和管理第一线,使其切身感受所学专业知识的的重要性,从而更加珍惜和努力专业学习专业知识。在大二下学期或是大三上学期的食品化学授课完成以后,安排学生到大型食品企业进行一个月的实习,了解食品的生产、储存等过程所用到的食品化学相关的理论知识,学生普遍反映收获很大。

如图 1 所示,笔者通过鼓励学生选修基础知识为食品化

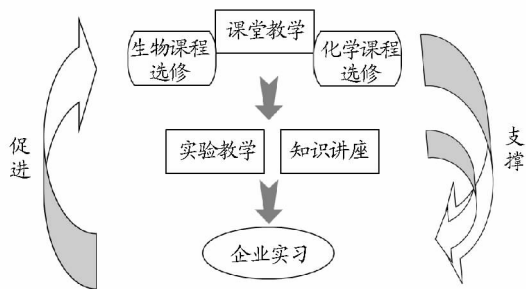


图 1 食品化学教学体系示意

学课程所用,通过课堂学习为食品化学实验和课外知识的获取奠定良好的基础并最终通过实习进一步巩固课堂知识,通过一系列的教学活动和实践活动提高食品化学课程的教学水平。

在教学过程中,教学质量的提高有赖于教师和学生的积极互动,不仅是课堂上教学的互动,课下与学生的交流也非常重要。教师应积极采纳学生有关提高教学质量的意见和建议,让学生成为课堂的主人。在师生的共同努力下,使食品化学课程的授课达到令人满意的效果。

参考文献

- [1] 王璋, 许时婴, 汤坚. 食品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010.
- [2] 王志兵, 邱芳萍, 彭悦. 对食品化学课程教学改革的思考[J]. 长春工业大学学报, 2010(31): 84-86.
- [3] 刘邻渭. 浅谈食品化学[J]. 化学通报, 2009(12): 1136-1140.
- [4] 安松叶, 宁耀宾. 培养学生的动手能力和综合素质[J]. 高校实验室工作研究, 2001(1): 47-51.
- [5] MONSI M. 植物群落的数学模型[J]. 植物生态学译丛, 1974(1): 123-144.
- [6] 赖日文, 刘健, 汪琴, 等. 闽江流域生态公益林林型对水源涵养的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2014, 42(10): 111-118.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- [8] 林上杰. 不同坡位火力楠人工林水源涵养能力的比较[J]. 亚热带农业研究, 2013, 9(2): 82-87.
- [9] 韩春华, 赵雨森, 杨俊, 等. 阿什河上游几种林分水源涵养能力比较[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(6): 16-18.
- [10] 零天旺, 覃富健, 李海防, 等. 不同年龄尾巨桉林水源涵养能力比较研究[J]. 广西林业科学, 2011, 40(3): 177-181.
- [11] 张志永, 张卓文, 陈玉生, 等. 5 种主要森林类型涵养水源能力比较研究[J]. 福建林学院学报, 2005, 25(2): 171-175.
- [12] 李钦禄. 不同类型植被的水土保持与涵养水源能力的探讨——以小良热带人工林为例[J]. 亚热带水土保持, 2009, 21(4): 31-33.
- [13] 刘敏, 王玉杰, 赵洋毅, 等. 重庆缙云山水源涵养林地土壤水文效应[J]. 中国水土保持, 2010(5): 41-44.
- [14] 蔡丽平, 李芳辉, 侯晓龙, 等. 木荷杉木混交林水源涵养功能研究[J]. 西南林业大学学报, 2013, 32(6): 13-18.
- [15] 唐洪辉, 张卫强, 严峻, 等. 南亚热带杉木林改造对土壤及凋落物持水能力的影响[J]. 水土保持研究, 2014, 21(6): 47-53.
- [16] 陈严武, 史正涛, 曾建军, 等. 水源林不同林分水源涵养功能评价[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(2): 67-74.
- [17] 郑兆飞. 桉木杉木混交林水源涵养能力研究[J]. 西南林学院学报, 2008, 28(3): 8-10.
- [18] 郑文辉, 林开敏, 徐昇, 等. 7 种不同树种凋落叶持水性能的比较研究[J]. 水土保持学报, 2014, 28(1): 88-91.

(上接第 372 页)

层、凋落物层和土壤层持水能力组合而成,土壤层在整个水源涵养能力中占据主导地位。提高整个林分的生物量、改善土壤的物理性质是提高森林生态系统水源涵养能力的重要措施^[13-17]。从该研究的结果可知,杉阔混交林林冠层生物量及凋落物层生物量均比杉木纯林高,杉阔混交林土壤物理性质优于杉木纯林,因此,杉阔混交林水源涵养能力高于杉木纯林。就杉阔混交林水源涵养能力差异而言,由于不同的阔叶树种水源涵养能力存在差异,因此在今后选择杉木阔叶树伴生树种时,应选择水源涵养能力高,且与杉木具有不同生态位的树种营造混交林。特别应指出的是,林分结构管理对提高林分的水源涵养能力具有重要的作用,因此应优化林分结构,保持适度的林分郁闭度,促进林下植被的生长和发育,从而提高整个林分的水源涵养能力。

参考文献

- [1] WANG G G. Use of understory vegetation in classifying soil moisture and nutrient regimes[J]. Forest Ecology and Management, 2000, 129(1): 93-100.
- [2] 龚文明. 不同林分类型凋落物及土壤水源涵养功能差异分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(15): 6763-6766.
- [3] 胡永颜. 不同林分类型林下植被及土壤层水源涵养功能比较研究[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(11): 88-90.